

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 6 月 12 日 (12.06.2003)

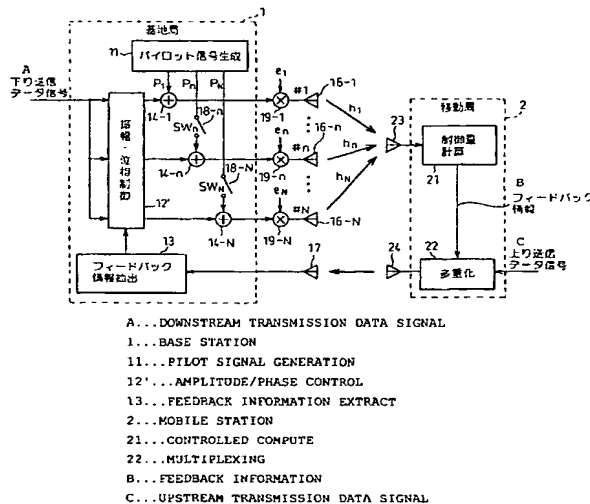
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/049322 A1

- (51) 国際特許分類: H04B 7/06, 7/26 [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/10520
- (22) 国際出願日: 2001 年 11 月 30 日 (30.11.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 実川大介 (JIT-SUKAWA, Daisuke) [JP/JP]. 関 宏之 (SEKI, Hiroyuki)
- (74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: TRANSMISSION DIVERSITY COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 送信ダイバーシチ通信装置



(57) Abstract: A cellular mobile communication system such as a transmission diversity communication device for which calibration of an antenna system can be easily and efficiently carried out with little deterioration of fading characteristics and with saved power when the number of transmission antennas is increased. The transmission diversity communication device is of a closed loop type to receive a common pilot signal transmitted through the antennas at a base station by a mobile station, to transmit a feedback signal determined by analysis to the base station, and to control a downstream transmission signal at the base station according to the feedback information. The antennas are divided into a plurality of groups, and the common pilot signal is always transmitted from an antenna serving as a reference of each group, and the common pilot signal is alternately transmitted with a low frequency from the other antennas.

[続葉有]



---

(57) 要約:

セルラ移動通信システムに関し、特に送信アンテナ数を増加させた場合に、フェージング特性の劣化が少なく省電力でアンテナシステムのキャリブレーションが容易且つ効率的に実行できる送信ダイバーシチ通信装置を提供する。前記装置は、基地局における複数のアンテナを介して送信した共通のパイロット信号を移動局にて受信し、その解析により求めたフィードバック信号を前記基地局へ送信し、前記基地局ではそのフィードバック情報に基づいて下り送信信号を制御する閉ループ送信ダイバーシチ通信装置であって、前記複数のアンテナを複数のグループに分け、各グループの基準となるアンテナからは前記共通のパイロット信号を常に送信し、それ以外のアンテナからは前記共通のパイロット信号を低い頻度で交互に送信する。

## 明 細 書

## 送信ダイバーシチ通信装置

## 技術分野

本発明はセルラ移動通信システムに関し、特に基地局において移動局からのフィードバック情報により位相・振幅の閉ループダイバーシチ制御を行なう送信ダイバーシチ通信装置に関するものである。基地局側には複数のアンテナが設けられ、移動局からのフィードバック情報に基づいてアンテナ毎に異なる振幅及び位相制御を行なった同一の送信データ信号がパイロット信号と共に各アンテナから送信される。移動局側ではそれぞれのアンテナから受信したパイロット信号によって各アンテナの振幅及び位相制御量を決定し、該振幅及び位相制御量を含むフィードバック情報を上りチャネル信号に多重化して基地局へ送信する。

## 背景技術

第3世代移動通信システムのW-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access)では、2本の送信アンテナを用いる送信ダイバーシチ方式が採用されている。

図1は、2本の送信アンテナを用いたシステムの一例を示している。基地局1のパイロット信号生成部11は2本の送信アンテナ16-1及び16-2に用いられる共通のパイロット信号を生成する。各送信アンテナのパイロット信号は互いに直交するパイロットパターン $P_1$ 、 $P_2$ を有しており、それらが加算器14-1及び14-2によって同一の下り送信データ信号に付加されて、それぞれの送信アンテナ16-1及び16-2から移動局2へ送信される。

移動局 2 では、受信アンテナ 2 3 で各送信アンテナ 1 6 - 1 及び 1 6 - 2 からのパイロット信号を受信し、制御量計算部 2 1 が各受信パイロット信号とそれぞれの既知のパイロットパターンとの相関をとって各送信アンテナ 1 6 - 1 及び 1 6 - 2 から受信アンテナ 2 3 までのチャネルインパルス応答ベクトル  $h_1$  及び  $h_2$  を推定する。これらのチャネル推定には下記式 (1) 及び (2) が用いられる。

$$P = w^H H^H H w \quad (1)$$

$$H = [h_1, h_2] \quad (2)$$

ここで、 $h_1$  及び  $h_2$  はそれぞれの送信アンテナ 1 6 - 1 及び 1 6 - 2 からのチャネルインパルス応答ベクトルであって、そのインパルス応答の長さを  $L$  とすると次の式 (3) で表される。

$$h_i = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iL}] \quad (3)$$

本例では、電力  $P$  を最大とする基地局 1 の各送信アンテナ 1 6 - 1 及び 1 6 - 2 の振幅及び位相制御ベクトルである重みベクトル  $w$  ( $= [w_1, w_2]$ ) を計算し、その値を量子化した値をフィードバック情報として多重化部 1 2 に与える。多重化部 1 2 ではそのフィードバック情報を上りチャネル信号に多重化してアンテナ 2 4 から基地局 1 へ送信する。この場合には、重みベクトル  $w$  の各要素  $w_1$ ,  $w_2$  の両方の値を基地局 1 へ送信する必要はなく、一方を正規化 ( $w_1 = 1$ ) した場合の他方の値 ( $w_2$ ) のみを送信すればよい。

基地局 1 では、アンテナ 1 7 で受信した移動局 2 からの重み係数値  $w_2$  (ここで、 $w_1 = 1$ ) をフィードバック情報抽出部 1 3 が抽出する。振幅・位相制御部 1 2 は、その抽出された重み係数値  $w_2$  と送信アンテナ 1 6 - 2 から送出される送信データ信号とを乗算器 1 5 によって乗算する。これにより、受信側での振幅及び位相の劣化が送信側で予め修正された送信データ信号が送信アンテナ 1 6 -

1 及び 1 6 - 2 から送信される。

ところで、W - C D M A では重み係数  $w_2$  を 1 ビットに量子化するモード 1 と、4 ビットに量子化するモード 2 の 2 通りの方法が規定されている。モード 1 では 1 ビットのフィードバック情報を毎スロット伝送して制御するため、制御速度が速い反面、量子化が粗いため正確な制御ができない。一方、モード 2 では 4 ビットの情報で制御するため、より精度の高い制御ができる反面、各スロットで 1 ビットずつ伝送して 4 スロットで 1 ワードのフィードバック情報を伝送するため、フェージング周波数が高い場合にはこれに追従できずに特性が劣化する。このように、フィードバック情報を伝送する上りチャネル信号伝送レートが限られている場合に、制御精度とフェージング追従速度とはトレードオフの関係にある。

W - C D M A の R e l e a s e - 9 9 規格では、フィードバック情報伝送による上りチャネル伝送効率の低下を回避するため、送信アンテナ数として 2 本より多い場合は考慮されていない。しかしながら、フィードバック情報の増加や更新速度の低減を許容すれば、3 本以上への拡張も可能である。特に、現在では送信アンテナ数を 4 本とする場合が盛んに研究開発されている。

セルラ移動通信システムの基地局に閉ループ送信ダイバーシチ方式を適用すると、各送信アンテナからの信号が独立のフェージングを受けた後、理想的には移動局アンテナ位置に於いて同相合成されるため、送信アンテナ数に応じたダイバーシチ利得が得られることに加えて、合成による利得向上が得られる。このため、受信特性が向上すると共に、1 つのセルに収容できるユーザ数を増大することができる。ここでいう理想的とは、フィードバック情報の伝送誤り、制御遅延、チャネル応答推定誤差、制御量の量子化誤差がない場合を言う。実際にはこれらの要因により理想的な場合に比べて特性

は劣化する。

しかしながら、基地局の送信アンテナ数を増加させてそれらに閉ループ送信ダイバーシチ制御を行なう場合には以下のような問題があった。

(1) 送信アンテナ数に応じたダイバーシチ利得を得るためには、フェージング相関が十分小さくなるようにアンテナ間隔を大きく取る必要があるが、一般的にセルラ移動通信システムの無線基地局でフェージング相関を十分小さく抑えるにはアンテナ間隔を20波長程度とる必要がある。2GHz帯では1波長は約15cmであるから約3m間隔でアンテナを設置することになる。このため、送信アンテナ数を増加させるとアンテナ設置に必要な面積が大きくなり、建物の屋上等に設置する場合に設置が困難となる問題があった。ここでは、ダイバーシチ利得が送信アンテナ数の増加と共に飽和していくため、あまり送信アンテナ数を増やしても大きなダイバーシチ利得の改善は得られないことも考慮する必要がある。

(2) また、送信アンテナ数を増加させた場合に、移動局からは各送信アンテナに関するフィードバック情報を伝送しなくてはならないため、フィードバックすべき情報量が増大し、フィードバック情報伝送のために上りチャネルの伝送効率が低下したり、送信ダイバーシチの制御が高速なフェージングに追従できなくなって特性劣化を引き起こすという問題があった。

(3) さらに、フィードバック情報の生成に必要なチャネル応答の推定において十分な精度を得るには、各送信アンテナからの共通パイロット信号の送信電力を十分高く保つ必要があるが、送信アンテナ数の増加に伴って全送信アンテナからの共通パイロット信号の総送信電力も増大する。その結果、マルチパスによって各データ信号や制御信号の直交性が崩れた場合にデータ信号に対する共通パイ

ロット信号の干渉量が大きくなるという問題があった。一方、このような干渉の影響を一定にするために、送信アンテナ数によらず共通パイロット信号の総送信電力を一定にすると、送信アンテナ数の増加に伴って1送信アンテナ当りの共通パイロット信号の送信電力が減少してチャネル応答の推定精度が低下するという問題もあった。

(4) さらにまた、フィードバック情報の生成に必要なチャネル応答の推定でより十分な精度を得るには、各アンテナ系統の回路特性のばらつきや経年劣化、すなわち位相・振幅の特性偏差等、を補正するキャリブレーション技術が有効であるが、基地局の構成によってはこのキャリブレーションのための装置を各アンテナ系統毎に別途追加する必要がある、その結果として回路規模が増大し、簡易で効率的なキャリブレーションが実行できないという問題もあった。

#### 発明の開示

そこで本発明の目的は、前述の問題点を踏まえ、送信アンテナ数を増加させた場合に、基地局側では基地局アンテナ設置スペースが小さく、共通パイロット信号の総送信電力の増加を抑制し、各アンテナからのチャネル応答の推定精度の低下を防止し、また移動局側では上りフィードバック情報の増加が抑えられ、フェージング周波数の高い場合でも特性劣化の少ない送信ダイバーシチ通信装置を提供することにある。特に、本発明の目的は、上記においてチャネル応答の推定精度を一層向上させるために各基地局アンテナと関連するキャリブレーションが容易且つ効率的に実行でき、基地局側には特別なキャリブレーション装置又は回路を設ける必要がない送信ダイバーシチ通信装置を提供することにある。

本発明によれば、複数の移動局で共通に使用される共通パイロッ

ト信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムにおいて、前記基地局は、複数のアンテナの内、基準となるアンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信するとともに、該基準アンテナ以外の前記複数アンテナからは前記共通パイロット信号を交互に送信し、前記移動局は、前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナからそれぞれ送信される共通パイロット信号を受信して該基準アンテナ以外の複数のアンテナそれぞれに対する位相制御情報を算出する移動通信システムが提供される。

また、前記基地局は、前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成し、該基準アンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信するとともに、該高相関アンテナと該低相関アンテナについては、該高相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を低く、低相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を高くなるよう交互に送信し、前記移動局は、前記基準アンテナから常時送信された共通パイロット信号と前記高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号より該高相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出し、低頻度で前記基地局へフィードバックするとともに、前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記低相関アンテナから高頻度で送信される共通パイロット信号より該低相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出し、高頻度で該基地局へフィードバックする。



さらに、前記基地局は、複数のアンテナを、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信し、該基準アンテナ以外の複数のアンテナについては移動局からの位相制御頻度に対応させた頻度で共通パイロット信号を送信する。

また本発明によれば、複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの基地局において、前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、前記基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信するとともに、該基準アンテナ以外の複数のアンテナからは共通パイロット信号を交互に送信する送信手段と、を有する基地局が提供される。

また前記基地局は、前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成し、前記基準アンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信するとともに、該高相関アンテナと該低相関アンテナについては、該高相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を低く、低相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を高くなるよう交互に送信する送信手段とを有する。

また、前記移動局から低頻度に受信する位相制御情報をもとに高相関アンテナを位相制御するとともに、該移動局から高頻度に受信する位相制御情報をもとに低相関アンテナを位相制御する位相制御

手段を更に有する。

さらに前記基地局は、前記複数のアンテナを、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、前記基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信し、該基準アンテナ以外の複数のアンテナについては移動局からの位相制御頻度に対応させた頻度で共通パイロット信号を送信する送信手段を有する。

さらに本発明によれば、複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの移動局において、前記複数のアンテナが、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成される場合に、該基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナからそれぞれ交互に送信される共通パイロット信号とを受信する受信手段と、前記受信手段の受信する共通パイロット信号より該基準アンテナ以外の複数のアンテナそれぞれに対する位相制御情報を算出する位相制御手段とを有する移動局が提供される。

前記位相制御手段は、基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナから交互に送信される共通パイロット信号を受信する毎に、対応する基準アンテナ以外の複数アンテナに対する位相制御情報を算出する。

また前記移動局は、前記複数のアンテナが、基準アンテナと、該基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、該基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成される場合に、該基準アンテナから常時送信された共通パイロ

ット信号と該高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号とを受信する受信手段と、前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号より該高相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出するとともに、該基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記低相関アンテナから高頻度で送信される共通パイロット信号より該低相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出する位相制御手段とを有する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、従来の 2 送信アンテナによる閉ループ送信ダイバーシチ方式の一構成例を示した図である。

図 2 は、本発明の閉ループダイバーシチ通信装置における第 1 の構成部分を示した図である。

図 3 は、図 2 の基地局における送信アンテナの一構成例を示した図である。

図 4 は、本発明の閉ループダイバーシチ通信装置における第 2 の構成部分で用いられる基地局送信アンテナの一構成例を示した図である。

図 5 は、本発明による閉ループダイバーシチ通信装置の基本構成を示した図である。

図 6 は、図 5 の基地局における送信アンテナの一構成例を示した図である。

図 7 は、図 5 の具体的な実施例を示した図である。

図 8 は、図 7 における共通パイロット信号のスイッチングフォーマットと、フィードバック情報の伝送フォーマットを示した図である。

発明を実施するための最良の形態

図 2 は、本発明の閉ループダイバーシチ通信装置における第 1 の構成部分を示したものである。また、図 3 には、図 2 の基地局における送信アンテナの一構成例を示している。この第 1 の構成部分では主に前述した問題点の (1) 及び (2) の事項を解決している。

図 2 において、基地局 1 には送信アンテナ数を 3 本以上に拡張した N 本の送信アンテナ 16-1 ~ 16-N が設けられている。本例でもパイロット信号生成部 11 は、N 個のお互いに直交するパイロット信号  $P_1(t)$ ,  $P_2(t)$ , ...,  $P_N(t)$  を生成し、それらは加算部 14-1 ~ 14-N によって同一の送信データ信号に付加されて異なる送信アンテナ 16-1 ~ 16-N から送信される。各パイロット信号はそれぞれフェージングによる振幅および位相変動を受け、これらの合成信号が移動局 2 の受信アンテナ 23 で受信される。

移動局 2 の制御量計算部 21 は、受信パイロット信号に対して  $P_1(t)$ ,  $P_2(t)$ , ...,  $P_N(t)$  との相関をそれぞれ求めることにより、各パイロット信号のチャネルインパルス応答ベクトル  $h_1$ ,  $h_2$ , ...,  $h_N$  を推定する。次に、これらのチャネルインパルス応答ベクトルを使って下記式 (4) で示す電力 P を最大とする基地局 1 の各送信アンテナ 16-1 ~ 16-N との間の振幅および位相制御ベクトル (重みベクトル)  $w = [w_1, w_2, \dots, w_N]$  を計算し、その結果を量子化する。多重化部 22 は、量子化によって得られたフィードバック情報を上りチャネル信号に多重化して基地局 1 へ送信する。この場合も、正規化により  $w_1 = 1$  として求めた場合の他の  $w_2, w_3, \dots, w_N$  の値だけを伝送すればよい。

$$P = w^H H^H H w \quad (4)$$

$$H = [h_1, h_2, \dots, h_N] \quad (5)$$

ここで、 $h_i$  は送信アンテナ i からのチャネルインパルス応答ベク

トルであり、インパルス応答の長さを $L$ とすると次式(6)で表される。

$$h_i = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iL}] \quad (6)$$

以上の説明は、図1の従来装置の2本のアンテナを単に $N$ 本に拡張しただけである。しかしながら、本発明の第1の構成部分では、係数ベクトルを構成する各係数値を従来のように同じ周期で計算してフィードバックせずに、それぞれ異なる周期で計算してフィードバックすることを特徴としている。そのため、基地局1では、図3に示すように総数 $N$ 本の送信アンテナを複数のアンテナ( $K$ 本)を含む複数のグループ( $M$ 個)に分け、各グループ内の送信アンテナ( $K$ 本)はフェージング相関が高くなるように相互に近接して配置し、一方 $M$ 個のグループ間ではフェージング相関が低くなるように互いの距離を離して設置する。

移動局2では、グループ間のアンテナ制御量( $F_{1,2} \sim F_{1,M}$ )を、グループ内のアンテナ制御量( $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ 、 $\dots$ 、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ )よりも速い周期で計算し、これらをフィードバック情報として基地局側に伝送する。ここでは、各グループ内で1つのアンテナを基準アンテナ(#1、#( $K+1$ )、 $\dots$ 、#( $(M-1)K+1$ ))とし、基準アンテナ以外の当該グループ内アンテナの制御量( $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ 、 $\dots$ 、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ )を、この基準アンテナの制御量で正規化する。

異なるグループの基地局送信アンテナによる信号間のフェージング相関は低いため、それぞれが独立なフェージングを受けて移動局の受信アンテナ23に到達する。したがって、異なるグループの基準アンテナからの信号を用いて推定したチャネル応答推定値は、それぞれ独立なフェージング変動によって高速に変動することが特徴となる。ここで、ある特定の1つのグループの基準アンテナ制御量

で他のグループの基準アンテナ制御量を正規化したものを、グループ間アンテナ制御量と定義する。本例ではグループ1の基準アンテナ#1を正規化し、それと他のグループ2～Mの基準アンテナ（# $(K+1)$ 、…、# $(M-1)K+1$ ）との間のアンテナ制御量をグループ間アンテナ制御量（ $F_{1,2} \sim F_{1,M}$ ）と規定している。このグループ間アンテナ制御量（ $F_{1,2} \sim F_{1,M}$ ）はそれぞれが独立なフェージング変動によって高速に変動するため、正確な制御を行うためには短い周期で制御を行う必要がある。

一方、同一グループ内の基地局送信アンテナからの各信号はフェージング相関が高いため、ほぼ同一のフェージングを受けるが、移動局2の基地局1に対する角度に応じた位相差を持って移動局の受信アンテナ23に到達する。したがって、同一グループ内の基地局送信アンテナからの信号を用いて推定したチャネル応答推定値は、この移動局2の基地局1に対する角度に応じた位相差を有する。移動局2の移動に伴ってこれらの値は変化するが、フェージング変動に比べてゆっくりと変動することが特徴となる。本例では、各グループ内で1つのアンテナを基準アンテナ（#1、# $(K+1)$ 、…、# $(M-1)K+1$ ）とし、基準アンテナ以外の当該グループ内アンテナの制御量（ $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ 、…、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ ）を、この基準アンテナの制御量で正規化している。この正規化されたグループ内アンテナ制御量（ $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ 、…、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ ）は移動局の移動に伴いゆっくりと変動する。したがって、制御周期を比較的長くすることが可能である。

図3に示したグループ間アンテナ制御量 $F_{1,m}$ とグループ内アンテナ制御量 $G_{m,k}$ とは次式(7)及び(8)のように求められる。ここで、 $M$ はアンテナグループ数、 $K = N/M$ は各グループのアンテナ数である。 $*$ は複素共役を表す。

- ・ 全体基準アンテナ：アンテナ # 1
- ・ グループ内基準アンテナ：アンテナ #  $((m-1)K+1)$  ( $m=1, \dots, M$ )

$$F_{1,m} = \frac{W_{(m-1)K+1}}{W_1^*} \quad (m=2, \dots, M) \quad (7)$$

$$G_{m,k} = \frac{W_{(m-1)K+k}}{W_{(m-1)K+1}^*} \quad (m=1, \dots, M, k=2, \dots, K) \quad (8)$$

上述した本発明の第 1 の構成部分によれば、送信アンテナ群のグループ化を行い、各グループ間ではフェージング相関を十分小さく抑えるためにアンテナ間隔を 20 波長程度とる必要がある。一方、グループ内ではフェージング相関を高めるために 1 波長程度の間隔でアンテナが設置される。このため送信アンテナ数の増加にも係わらず基地局アンテナ設置スペースを小さくできる利点がある。

また、制御情報の変動速度の違いを利用することにより、性能を劣化させることなくフィードバック情報量を削減することが可能となる。すなわち、高速に変動するグループ間アンテナ制御量 ( $F_{1,2} \sim F_{1,M}$ ) は短い周期で更新する必要から頻繁にフィードバックを行い、これと比較して変動速度が遅い各グループ内アンテナ制御量 ( $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ 、 $\dots$ 、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ ) はより長い周期で更新してフィードバックを行うことができる。この場合には、さらに以下のようなフィードバック情報の削減も可能である。

まず、各グループ内アンテナ制御量は移動局 2 の基地局 1 に対する角度に応じた値を持つため、セル半径がある程度大きいマクロセルのシステムでは到来角度のずれはほとんど無視できるほど小さくなる。このため、ある特定のグループ内アンテナ制御量（例えば、グループ 1 の  $G_{1,2} \sim G_{1,K}$ ）を他のグループのグループ内アンテナ制御量（グループ 2 ～ M の  $G_{2,2} \sim G_{2,K}$ 、 $\dots$ 、 $G_{M,2} \sim G_{M,K}$ ）として用いることもできる。すなわち、ある 1 つのグループのグループ内制御情報のみを伝送し、そのコピー情報を使って他のグループ

の制御も行うことでフィードバック情報量を削減することができる。

また、各グループのアンテナ数が  $K > 2$  の任意の同一グループ #  $m$  内において、基準アンテナ #  $(m-1)K+1$  からのチャネル応答に対するそれ以外の同一グループ内アンテナからのチャネル応答の位相差を比較すると、この値は比較している同一グループ内のアンテナ間の距離に依存する。したがって、基準アンテナ #  $(m-1)K+1$  に隣接する同一グループ内のアンテナ制御量  $G_{m,2}$  と既知の同一グループ内のアンテナ間距離情報が分かれば、同一グループ内におけるアンテナ制御量  $G_{m,k}$  ( $k=3, \dots, K$ ) は計算によって求められる。これから、フィードバック情報として伝送するのはすべてのグループ間アンテナ制御量  $F_{1,m}$  ( $m=2, \dots, M$ ) と、特定グループ内のアンテナ制御量  $G_{1,2}$  だけでよい。従って、本例ではグループ 1 の基準アンテナ # 1 に対する全てのグループ間アンテナ制御量  $F_{1,2} \sim F_{1,M}$  とグループ 1 の基準アンテナ # 1 に隣接するアンテナ # 2 のアンテナ制御量  $G_{1,2}$  だけがフィードバック情報として送信される。

図 4 は、本発明の閉ループダイバーシチ通信装置における第 2 の構成部分で用いられる基地局送信アンテナの一構成例を示している。この第 2 の構成部分では主に前述した問題点の (3) の事項を解決している。なお、第 2 の構成部分のブロック構成自体は図 2 と同一であってそちらを参照されたい。

図 4 では、移動局 2 においてフィードバック情報を生成するのに必要な共通パイロット信号のみを基地局 1 が送信することで共通パイロット信号の送信数を低減する。本例では、基地局 1 が前述したグループ 1 の基準アンテナ # 1 に対する全てのグループ間アンテナ制御量  $F_{1,2} \sim F_{1,M}$  とグループ 1 の基準アンテナ # 1 に隣接するア



ンテナ#2のアンテナ制御量 $G_{1,2}$ を含むフィードバック情報（図中の点線枠で示す）を得るため、それに必要なパイロット信号 $P_1$ 、 $P_{K+1}$ 、 $\sim$ 、 $P_{(M-1)K+1}$ 及び $P_2$ だけを移動局2へ送信する。これにより、送信アンテナ数を増加させた場合でも、追加されたグループの基準アンテナから送信される共通パイロット信号 $P_{(m-1)K+1}$ （ $m=1, \dots, M$ ）の送信電力が加算されるだけで総送信電力の増加は穏やかなものとなる。

ここで、送信アンテナ数によらずに共通パイロット信号の総送信電力を一定にした場合でも、各共通パイロット信号 $P_{(m-1)K+1}$ （ $m=1, \dots, M$ ）の送信電力の低下は増加したグループ単位のレベル低下に止まるため、チャネル応答推定精度の低下も穏やかとなる。

このように、本発明の第2の構成部分によれば、基地局1において送信アンテナを増加させた際、1送信アンテナあたりの共通パイロット信号の送信電力を一定とする場合は、共通パイロット信号の総送信電力の増加が穏やかとなるため、マルチパス環境で共通パイロット信号がデータ信号に与える干渉量を低減できる。一方、基地局1で共通パイロット信号の総送信電力を一定とする場合は、1送信アンテナあたりの共通パイロット信号の送信電力の減少が穏やかとなるため、各チャネル応答の推定精度の低下が回避される。

図5は、本発明による閉ループダイバーシチ通信装置の基本構成を示したものである。図6は、本発明の閉ループダイバーシチ通信装置における基本構成で用いられる基地局送信アンテナの一構成例を示している。本構成は前述した本発明による第1及び第2の構成部分を包含しており、本発明では前述した問題点（1）～（3）に加えてさらに問題点（4）の事項を解決する。

これまで述べたように、基地局1で送信アンテナを増加させた際、本発明の第1の構成部分によれば移動局2において必要なフィー

ドバック情報を削減し、また本発明の第2の構成部分によれば基地局1においてその削減されたフィードバック情報の生成に必要な共通パイロット信号だけを送信する。これらは、あるアンテナに対するアンテナ制御量を、他のアンテナに対するアンテナ制御量として流用する手法を用いることで、必要な情報及び電力の削減を達成している。この手法は、基地局1における複数の送信アンテナ16-1～16-Nが全て同一の回路特性を有している場合には理想的に機能する。

すなわち、キャリブレーション技術が別途適用されて同一の回路特性を有するとの前提であれば、本発明の第1又は第2の構成部分のように基地局1のある特定グループ内アンテナ制御量 $G_{1,k}$  ( $k=2, \dots, K$ )と全てのグループ間アンテナ制御量 $F_{1,m}$  ( $m=2, \dots, M$ )については、共通パイロット信号によるチャネル応答推定値から算出し、特定グループ以外のグループ内アンテナ制御量は、特定グループ内アンテナ制御量を流用すればよい。

実際のアンテナはそれぞれ別系統の回路であって、回路特性のばらつき、つまり位相・振幅の偏差が存在する。したがって、この手法は各アンテナの位相・振幅偏差を補正するキャリブレーション技術が適用されている場合に限って有効であり、キャリブレーション技術を別途適用しない場合には、各アンテナの位相・振幅偏差情報を得るために、全てのアンテナ制御量を共通パイロット信号によるチャネル応答推定値から算出する必要がある。

ところで、閉ループ送信ダイバーシチ方式の原理は、移動局2において、受信パイロット信号と既知の各パイロット信号との相関をとることで各送信アンテナ16-1～16-Nから移動局2までのチャネル応答を推定し、このチャネル応答推定値を用いて基地局1の各送信アンテナ16-1～16-Nの位相・振幅制御を行なうこ

とである。この場合、チャネル応答の推定値は実際のチャネル応答と送信アンテナの位相・振幅偏差とを合成したものに相当する。したがって、本来の閉ループ送信ダイバーシチ方式では、ダイバーシチ合成のための位相・振幅制御とキャリブレーションにおける位相・振幅制御とを統合して行なっていることになる。従って、キャリブレーションのための装置を別途追加する必要はない。

しかしながら、前述した図4の本発明による第2の構成部分を用いた場合、送信されるパイロット信号は各グループの基準アンテナからの共通パイロット信号  $P_1$ 、 $P_{K+1}$ 、 $\sim$ 、 $P_{(M-1)K+1}$  及びグループ1内の隣接するアンテナからの共通パイロット信号  $P_2$  だけである。従って、上述した本来の閉ループ送信ダイバーシチ方式によりキャリブレーションされるアンテナ系統は、各グループの基準アンテナ#1、#(K+1)、 $\dots$ 、#(M-1)K+1とアンテナ#2とを含むものに限定される。そのため、本発明による第2の構成部分を現実に適用する際には、これら以外のアンテナについて別途キャリブレーション回路を追加する必要があるため、回路規模が増大するという問題が生じる。

図5に示す本願発明の基本構成では主にこの問題を解決する。図5では、図2の構成に対して基地局1で新たにスイッチ ( $SW_n \sim SW_N$ ) 18-n  $\sim$  18-N 及び乗算器 19-1、19-n  $\sim$  19-N が追加されている。図6に示すように、本例でも基地局1において、送信アンテナを複数のアンテナで構成される複数のグループに分け、各グループ内の送信アンテナはフェージング相関が高くなるように近接して配置し、グループ間ではフェージング相関が低くなるように互いの距離を離して設置する。ここで、Nは送信アンテナ数、Mはアンテナグループ数、 $K = N/M$ は各グループのアンテナ数である。

各グループ  $m$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 内のスイッチ  $S W_{(m-1)K+k}$  ( $k = 2, \dots, K$ ) は、グループ内の基準アンテナ以外のアンテナから共通パイロット信号を送信するか否かを切り替える。例えば、グループ 1 内のスイッチ  $18-2 \sim 18-K$  のいずれか一つを閉じると、基準アンテナ # 1 以外のアンテナ # 2  $\sim$  #  $K$  から対応する共通パイロット信号  $P_2 \sim P_K$  が送信される。本例では、各グループの基準アンテナからは常時共通パイロット信号が送出され、一方、各グループにおける基準アンテナ以外の全てのアンテナからは一定の時間周期内で一度は対応する共通パイロット信号が送信されるように、スイッチ  $18-2 \sim 18-MK$  が開閉制御される。一定の時間周期内としたのは、各アンテナの位相・振幅偏差は、経年変化にともない個別に非常にゆっくりと変動するからである。

その結果、一定の時間周期内には全てのアンテナ系統に対して本来の閉ループ送信ダイバーシチ方式によるキャリブレーションが可能となり、各アンテナ系統の位相・振幅偏差等 ( $e_1 \sim e_{MK}$ ) がアンテナ毎に設けられた乗算器  $19-1 \sim 19-MK$  によって補正される。その際、グループ間アンテナ制御量  $F_{1,m}$  ( $m = 2, \dots, M$ ) 及びグループ内アンテナ制御量  $G_{m,k}$  ( $m = 1, \dots, M, k = 2, \dots, K$ ) から成るアンテナ制御量を使って、ダイバーシチ合成のための位相・振幅制御、各アンテナの位相・振幅偏差の補正が統合的に行なわれる。

次に、具体的な共通パイロット信号の送信の仕方、移動局におけるこれらのアンテナ制御量の求め方、また、移動局から基地局へのそれらのフィードバックの仕方について述べる。なお、この説明で用いる記号において、アンテナ間には `inter_group` を、またグループ内には `intra_group` という添え字を付している。

基地局 1 のアンテナグループ  $m$  ( $m = 1, \dots, M$ ) において、基

準アンテナ#  $(m-1)K+1$ からは共通パイロット信号  $P_{(m-1)K+1}$ を毎時点送信し、その他のアンテナ#  $(m-1)K+2, \dots, \#mK$ に関しては、例えば、それぞれの共通パイロット信号  $P_{(m-1)K+2}, \dots, P_{(m-1)K}$ のうち1個を選んで送信する。これらの共通パイロット信号として互いに直交したものを用いる。

各パイロット信号はそれぞれフェージングによる振幅および位相変動を受け、これらの合成信号を移動局2の受信アンテナ23に入力される。移動局2の制御量計算部21では各受信パイロット信号と、移動局2で既知の各パイロット信号との相関をそれぞれ求めることにより、基地局1の各送信アンテナ16-1~16-Nからのチャネルインパルス応答ベクトル  $h_1, \dots, h_{mK}$ を推定することができる。

これらのチャネルインパルス応答ベクトルを用いて、各グループの基準アンテナについては式(9)で示す電力  $P_{inter\_group}$ を最大とする送信アンテナの振幅および位相制御ベクトル(重みベクトル)  $W_{inter\_group} = [w_1, w_{K+1}, \dots, w_{(M-1)K+1}]$ を計算する。ただし、この場合でも  $w_1 = 1$ とする。各グループの基準アンテナ以外のアンテナ、例えばグループ  $m$  ( $m=1, \dots, M$ )のアンテナ#  $(m-1)K+k$  ( $k=2, \dots, K$ )については、式(11)で示す電力  $P_{intra\_group}$ を最大とする送信アンテナの振幅および位相制御ベクトル(重みベクトル)  $W_{intra\_group} = [w_{(m-1)K+1}, w_{(m-1)K+k}]$ を計算する。ただし、 $w_{(m-1)K+1}$ には、 $w_{inter\_group}$ の計算で得られた値を用いる。

$$P_{inter\_group} = W_{inter\_group}^H H_{inter\_group}^H H_{inter\_group} W_{inter\_group} \quad (9)$$

$$H_{inter\_group} = [h_1, h_{K+1}, \dots, h_{(M-1)K+1}] \quad (10)$$

$$P_{intra\_group} = W_{intra\_group}^H H_{intra\_group}^H H_{intra\_group} W_{intra\_group} \quad (11)$$

$$H_{intra\_group} = [h_{(m-1)K+1}, h_{(m-1)K+k}] \quad (12)$$

このようにして得られたグループ間の重みベクトル  $w_{inter\_group}$  とグループ内の重みベクトル  $w_{intra\_group}$  とを用いてグループ間アンテナ制御量  $F_{1,m}$  ( $m = 2, \dots, M$ )、およびグループ内アンテナ制御量  $G_{m,k}$  ( $m = 1, \dots, M, k = 2, \dots, K$ )は次式のように求められる。

$$F_{1,m} = \frac{w_{(m-1)K+1}}{w_1} (m = 2, \dots, M) \quad (13)$$

$$G_{m,k} = \frac{w_{(m-1)K+k}}{w_{(m-1)K+1}} (m = 1, \dots, M, k = 2, \dots, K) \quad (14)$$

ちなみに、グループ間アンテナ制御量  $F_{1,m}$  は、各グループの基準アンテナから毎時点送られてくる共通パイロット信号に応じて毎時点計算され、グループ内アンテナ制御量  $G_{m,k}$  は、毎時点各グループの基準アンテナ以外のいずれかのアンテナから送られてくる共通パイロット信号に応じて計算される。

これらのアンテナ制御量を移動局 2 から基地局 1 にフィードバックする際、グループ間アンテナ制御量  $F_{1,m}$  については、高速なフェージング変動と、送信アンテナの位相・振幅偏差の非常にゆっくりとした変動との双方に追従するように高い頻度で、グループ内アンテナ制御量  $G_{m,k}$  については、基地局 1 に対する移動局 2 の角度の比較的ゆっくりとした変動と、送信アンテナの位相・振幅偏差の非常にゆっくりとした変動との双方に追従するのに十分な、比較的低い頻度でフィードバックされる。基地局 1 では、過去にフィードバックされたアンテナ制御量をバッファに保持し、新たにアンテナ制御量がフィードバックされる度にバッファの情報を更新する。送信データの位相・振幅制御は、バッファに保持されたアンテナ制御量  $F_{1,m}$  及び  $G_{m,k}$  によって行なわれる。

上記のように、基地局 1 の各アンテナグループにおいて、すべての基準アンテナからは、共通パイロット信号が毎時点送信され、基

準アンテナ以外のアンテナについては、いずれかのアンテナから共通パイロット信号が順次選択されて送信されるため、基地局 1 において送信アンテナを増加させた際にも、共通パイロット信号を送信するアンテナの数を制限することができる。したがって、1 送信アンテナあたりの共通パイロット信号の送信電力が一定の場合には、共通パイロット信号の総送信電力の増加が穏やかになるため、マルチパス環境で共通パイロット信号がデータ信号に与える干渉量を抑えられる。また、共通パイロット信号の総送信電力が一定の場合には、1 送信アンテナあたりの共通パイロット信号の送信電力の減少は穏やかになるため、各チャネル応答の推定精度の低下を抑えられる。さらに、特別なキャリブレーション回路を付加することなく、送信アンテナの位相・振幅偏差の補正が可能である。

これから、本発明の基本構成を有する送信ダイバーシチ通信装置は、送信アンテナ数を増加させた場合に、基地局側では基地局アンテナ設置スペースが小さく、共通パイロット信号の総送信電力の増加を抑制し、各アンテナからのチャネル応答の推定精度の低下を防止し、また移動局側では上りフィードバック情報の増加が抑えられ、フェージング周波数の高い場合でも特性劣化の少ない送信ダイバーシチによる通信が可能となり、さらにチャネル推定精度をより一層向上させる各基地局アンテナと関連したキャリブレーション処理が容易且つ効率的に実行され、基地局側には特別なキャリブレーション装置又は回路を設ける必要がない。

図 7 及び 8 には、図 5 の具体的な実施例を示している。図 7 は、本発明による閉ループダイバーシチ通信装置であってアンテナ数  $N = 4$ 、及びアンテナグループ数  $M = 2$  の場合の例を示している。また、図 8 は、基地局からの共通パイロット信号のスイッチングフォーマットと移動局からのフィードバック情報の伝送フォーマット

トとの関係を表している。

図 7 において、基地局 1 のアンテナ # 1 とアンテナ # 2 をグループ 1、アンテナ # 3 とアンテナ # 4 をグループ 2 とする。また、アンテナ # 1 とアンテナ # 3 を各グループ 1 及び 2 における基準アンテナとする。アンテナ # 1 とアンテナ # 2、およびアンテナ # 3 とアンテナ # 4 は、フェージング相関が高くなるようにそれぞれ 1 波長分の長さ離れて配置されている。アンテナ # 1 とアンテナ # 3、およびアンテナ # 2 とアンテナ # 4 は、フェージング相関が十分小さくなるようにそれぞれ 20 波長分の長さ離れて配置されている。

共通パイロット信号として、互いに直交する系列  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  を用いる。各アンテナグループ 1 及び 2 の基準アンテナ # 1、# 3 からは、毎時点共通パイロット信号  $P_1$ ,  $P_3$  をそれぞれ送信する。それ以外のアンテナ # 2、# 4 からは、それぞれスイッチ  $SW_2$ ,  $SW_4$  の状態に応じて、共通パイロット信号  $P_2$ ,  $P_4$  を送信したりしなかったりする。共通パイロット信号  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  は、それぞれ送信アンテナの位相・振幅偏差  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ ,  $e_4$  の影響や、フェージングによる振幅および位相変動を受け、これらの合成信号が移動局 2 の受信アンテナ 2 3 に入力される。

移動局 2 の制御量計算部 2 1 では受信パイロット信号に対して、既知のパイロット信号  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  との相関をとって平均することにより、基地局 1 の送信アンテナ # 1、# 2、# 3、# 4 からのチャネル応答推定値  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ ,  $h_4$  をそれぞれ求めることができる。

この実施例では振幅の制御は行わず位相のみの制御を行う方法について説明する。すなわち、 $w_i = a_i e^{j\phi_i}$  と表した場合に  $a_i = 1$  として位相量  $\phi_i$  のみの制御を行う。アンテナ # 1 を基準とし



たアンテナ# 2 の制御量  $\phi_{B1}$ 、アンテナ# 3 を基準としたアンテナ# 4 の制御量  $\phi_{B2}$ 、およびアンテナ# 1 を基準としたアンテナ# 3 の制御量  $\phi_D$  をそれぞれ量子化し、これらをフィードバック情報として基地局に伝送する。それぞれ1ビットで量子化を行う場合、例えば以下のようにする。

$$\phi_i^q = \begin{cases} 0 & (-\frac{\pi}{2} < \phi_i^q \leq \frac{\pi}{2}) \\ \pi & (\frac{\pi}{2} < \phi_i^q \leq \frac{3\pi}{2}) \end{cases} \quad (15)$$

$\phi_i^q = 0$  の場合はフィードバック情報は  $b_i = 0$ 、 $\phi_i^q = \pi$  の場合はフィードバック情報は  $b_i = 1$  とする。制御量  $\phi_{B1}$ 、 $\phi_{B2}$  は、基地局に対する移動局の方向と、各基地局送信アンテナの位相・振幅偏差とに依存し、これらは比較的ゆっくりと変動する一方、制御量  $\phi_D$  はフェージング変動にともなって高速に変動する。従って、フィードバック情報  $b_D$  は  $b_{B1}$ 、 $b_{B2}$  よりも伝送速度が高くなるように上りチャネルに多重化して基地局に伝送する。

図8にはW-CDMAのフレームフォーマット（10ms長の1フレームが15スロットで構成される）を使用する場合の例を示している。共通パイロット信号のスイッチングフォーマットは、フィードバック情報の伝送フォーマットに対応しており、移動局でフィードバック情報を算出するのに十分な共通パイロット信号を基地局から移動局に伝送するように、スイッチ  $SW_2$ 、 $SW_4$  が切り替えられる。図8の（a）の例では、基地局1において、1フレーム、15スロットの内スロット4、7、11、及び14でスイッチ  $SW_2$  及び  $SW_4$  が交互にスイッチオンされる。これらのスイッチ切り替えは上位レイヤーの指示によって行なわれる。その結果、移動局2からのフィードバック情報内で該当スロット4及び11にはア

アンテナ# 2に関するフィードバック情報  $b_{B1}$  が、また該当スロット 7 及び 14 にはアンテナ# 4に関するフィードバック情報  $b_{B2}$  がそれぞれ多重される。これら以外のスロット 1～3、5、6、8～10、12、13、及び 15 には、基準アンテナ# 1、# 3に関するフィードバック情報  $b_D$  が多重される。

基地局 1 のフィードバック情報抽出部 13 が上りチャネルで受信されたフィードバック情報を抽出し、振幅・位相制御部 12 が直前の受信スロットで受信したフィードバック情報により対応するアンテナ重み  $W_D$ 、 $W_{B1}$  及び  $W_{B2}$  を直接制御する。その際、それ以外のアンテナでは振幅・位相制御部 12 が時間的に最近のフィードバック情報を保持して制御に用いる。この制御によってダイバーシチ合成のための位相・振幅制御と、各アンテナの位相・振幅偏差の補正が統合的に行なわれる。

以降では、上記実施例に関する幾つかの別の態様例について説明する。

移動局 2 はこれまで受信した共通パイロット信号によってアンテナ制御量を算出していたが、別の算出手法として、共通パイロット信号が送信されていなくても下り送信データ信号中に含まれるユーザ個別のパイロット信号を利用してアンテナ制御量を算出することもできる。W-CDMA の下りリンクの場合、個別パイロット信号はデータ信号と時間的に多重されており、送信電力制御のための SIR (Signal to Interference Ratio) 推定や、RAKE 合成のためのチャネル推定等に用いられている。

先ず、移動局 2 において、共通パイロット信号を利用してアンテナ制御量を算出する原理を説明する。アンテナ#  $i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) からの共通パイロット信号の受信信号成分はそれぞれ次式 (16) で表される。

$$r_{CPICH_i} = (P_{CPICH_i} e_i) h_i \quad (16)$$

受信側では、次式（１７）に示すように既知の共通パイロット信号と相関をとることでチャネル推定値が得られる。

$$\sum (r_{CPICH_i} P_{CPICH_i}^*) \simeq e_i h_i \quad (17)$$

この推定値はチャネル応答と基地局１の送信アンテナの位相・振幅偏差とを合成したものに相当するため、これを用いてアンテナ制御量を算出することで、基地局におけるダイバーシチ合成のための位相・振幅制御と、各アンテナの位相・振幅偏差の補正が可能になる。

次に、移動局２において、個別パイロット信号を利用してグループ内アンテナ制御量を算出する原理を説明する。アンテナ＃１、＃２、＃３、＃４からの個別パイロット信号の受信信号成分はそれぞれ次式（１８）～（２１）で表される。

$$r_{DPCCH1} = (P_{DPCCH1} e_1) h_1 \quad (18)$$

$$r_{DPCCH2} = (P_{DPCCH2} w_{B1} e_2) h_2 \quad (19)$$

$$r_{DPCCH3} = (P_{DPCCH3} w_D e_3) h_3 \quad (20)$$

$$r_{DPCCH4} = (P_{DPCCH4} w_{B2} w_D e_4) h_4 \quad (21)$$

受信側では、次式（２２）～（２５）に示すように既知の個別パイロット信号を、直前にフィードバックしたアンテナ制御量と相関をとることで、チャネル応答と基地局送信アンテナの位相・振幅偏差とを合成したものに相当するチャネル推定値が得られる。

$$\sum (r_{DPCCH1} P_{DPCCH1}^*) \simeq e_1 h_1 \quad (22)$$

$$\sum (r_{DPCCH2} P_{DPCCH2}^* w_{B1}^*) \simeq e_2 h_2 \quad (23)$$

$$\sum (r_{DPCCH3} P_{DPCCH3}^* w_D^*) \simeq e_3 h_3 \quad (24)$$

$$\sum (r_{DPCCH4} P_{DPCCH4}^* w_{B2}^* w_D^*) \simeq e_4 h_4 \quad (25)$$

一般に、個別パイロット信号は共通パイロット信号よりも送信電力が小さいため、これらのチャネル推定値によるアンテナ制御量は比較的多くの誤差を含んでいる。しかし、個別パイロット信号は毎

時点送信されるため、比較的ゆっくりと変動するグループ内アンテナ制御量に関しては、時間平均をとることで精度を改善することができる。一方、グループ間アンテナ制御量に関しては、フェージング変動に追従する必要性から、平均化による精度の改善は不可能なため、共通パイロット信号を用いて算出した方がよい。このように、個別パイロット信号を用いると、移動局 2 では個別パイロット信号を利用してグループ内アンテナ制御量を算出することにより、アンテナ # 2 及び # 4 の共通パイロット信号  $P_2$  及び  $P_4$  が不要となる。従って、基地局 1 側では図 7 のスイッチ  $SW_2$  及び  $SW_4$  を常にオフ として共通パイロット信号の総送信電力をさらに削減することが可能となる。

また別の態様例としては、上記のように移動局 2 側で個別パイロット信号を利用するのと併せて、さらに図 7 の実施例のように送信電力が大きくチャネル推定誤差の小さい共通パイロット信号  $P_2$  ,  $P_4$  をも送信して個別パイロット信号及び共通パイロット信号の両方のグループ内アンテナ制御量を算出する。グループ内アンテナ制御量は比較的ゆっくりと変動するため、これら全てに対して平均化処理を施すことでグループ内アンテナ制御量の精度をより一層高めることができる。

さらに別の態様例としては、各アンテナから共通パイロット信号を送信する頻度を、先に説明した図 8 の (a) の例のように固定せずに状況に応じて変化させる。例えば、移動局の高速移動時に、基地局に対する移動局の角度の変化はそれほど急激でないが（マクロセル環境の場合）、フェージング変動はより激しくなる。したがって、グループ間アンテナ制御量をより頻繁にフィードバックしてフェージング変動に追従できるようにする。図 8 の (b) の例では、図 8 の (a) のアンテナ # 2 及び # 4 に関するスロット 4 及び 1 1

を基準アンテナ # 1 及び # 3 に関するスロットに変更している。また、各グループ内のフェージング相関が大きくない場合には、グループ内アンテナ制御量もフェージングに応じて変動してしまうため、グループ内アンテナ制御量をより頻繁にフィードバックさせる。図 8 の (c) の例では、1 フレーム内のアンテナ # 2 及び # 4 に関するスロットをスロット 3、5、8、10、13、及び 15 と増加させている。なお、スイッチングフォーマットの切り替えは、上位レイヤーの命令により決定される。

以上述べたように、本発明によれば、制御情報を得るために必要な共通パイロット信号を送信するアンテナ数を削減することにより、基地局において送信アンテナを増加させた際、1 送信アンテナあたりの共通パイロット信号の送信電力が一定の場合にはマルチパス環境で共通パイロット信号がデータ信号に与える干渉量が抑えられ、また共通パイロット信号の総送信電力が一定の場合には各チャネル応答の推定精度の低下を抑えられ、さらに送信アンテナの位相・振幅偏差を補正するための特別なキャリブレーション回路が不要となる、等の効果が得られる。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムにおいて、

前記基地局は、複数のアンテナの内、基準となるアンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信するとともに、該基準アンテナ以外の前記複数アンテナからは前記共通パイロット信号を交互に送信し、

前記移動局は、前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナからそれぞれ送信される共通パイロット信号を受信して該基準アンテナ以外の複数のアンテナそれぞれに対する位相制御情報を算出することを特徴とする移動通信システム。

2. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御信号を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムにおいて、

前記基地局は、前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成し、該基準アンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信すると

もに、該高相関アンテナと該低相関アンテナについては、該高相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を低く、低相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を高くなるよう交互に送信し、

前記移動局は、前記基準アンテナから常時送信された共通パイロット信号と前記高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号より該高相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出し、低頻度で前記基地局へフィードバックするとともに、前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記低相関アンテナから高頻度で送信される共通パイロット信号より該低相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出し、高頻度で該基地局へフィードバックすることを特徴とする移動通信システム。

3. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御信号を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムにおいて、

前記基地局は、複数のアンテナを、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信し、該基準アンテナ以外の複数のアンテナについては移動局からの位相制御頻度に対応させた頻度で共通パイロット信号を送信することを特徴とする移動通信システム。

4. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する

位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの基地局において、

前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、

前記基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信するとともに、該基準アンテナ以外の複数アンテナからは共通パイロット信号を交互に送信する送信手段と、  
を有することを特徴とする基地局。

5. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御信号を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの基地局において、

前記複数のアンテナを、基準アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成し、

前記基準アンテナからは前記共通パイロット信号を常時送信するとともに、該高相関アンテナと該低相関アンテナについては、該高相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を低く、低相関アンテナからは共通パイロット信号の送信頻度を高くなるよう交互に送信する送信手段と  
を有することを特徴とする基地局。

6. 請求項5に記載の基地局において、

前記移動局から低頻度に受信する位相制御情報をもとに高相関アンテナを位相制御するとともに、該移動局から高頻度に受信する位相制御情報をもとに低相関アンテナを位相制御する位相制御手段



を更に有することを特徴とする基地局。

7. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御信号を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの基地局において、

前記複数のアンテナを、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成し、

前記基準アンテナからは共通パイロット信号を常時送信し、該基準アンテナ以外の複数のアンテナについては移動局からの位相制御頻度に対応させた頻度で共通パイロット信号を送信する送信手段

を有することを特徴とする基地局。

8. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御情報を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの移動局において、

前記複数のアンテナが、基準アンテナと、該基準アンテナ以外の複数のアンテナで構成される場合に、該基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナからそれぞれ交互に送信される共通パイロット信号とを受信する受信手段と、

前記受信手段の受信する共通パイロット信号より該基準アンテナ以外の複数のアンテナそれぞれに対する位相制御情報を算出する位相制御手段と

を有することを特徴とする移動局。

9. 請求項 8 に記載の移動局において、

前記位相制御手段は、基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と、該基準アンテナ以外の複数のアンテナから交互に送信される共通パイロット信号を受信する毎に、対応する基準アンテナ以外の複数アンテナに対する位相制御情報を算出すること  
を特徴とする移動局。

10. 複数の移動局で共通に使用される共通パイロット信号を基地局より複数のアンテナを使用してそれぞれ送信し、移動局は受信した複数の共通パイロット信号それぞれについて位相が近づくように、基地局の複数のアンテナから送信される送信信号を位相制御する位相制御信号を基地局へフィードバックする送信ダイバーシチを行う移動通信システムの移動局において、

前記複数のアンテナが、基準アンテナと、該基準アンテナとの間でフェージング相関が高い高相関アンテナと、該基準アンテナとの間でフェージング相関が低い低相関アンテナで構成される場合に、該基準アンテナから常時送信された共通パイロット信号と該高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号とを受信する受信手段と、

前記基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記高相関アンテナから低頻度で送信される共通パイロット信号より該高相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出するとともに、該基準アンテナから常時送信される共通パイロット信号と前記低相関アンテナから高頻度で送信される共通パイロット信号より該低相関アンテナを位相制御する位相制御情報を算出する位相制御手段とを有することを特徴とする移動局。

Fig.1

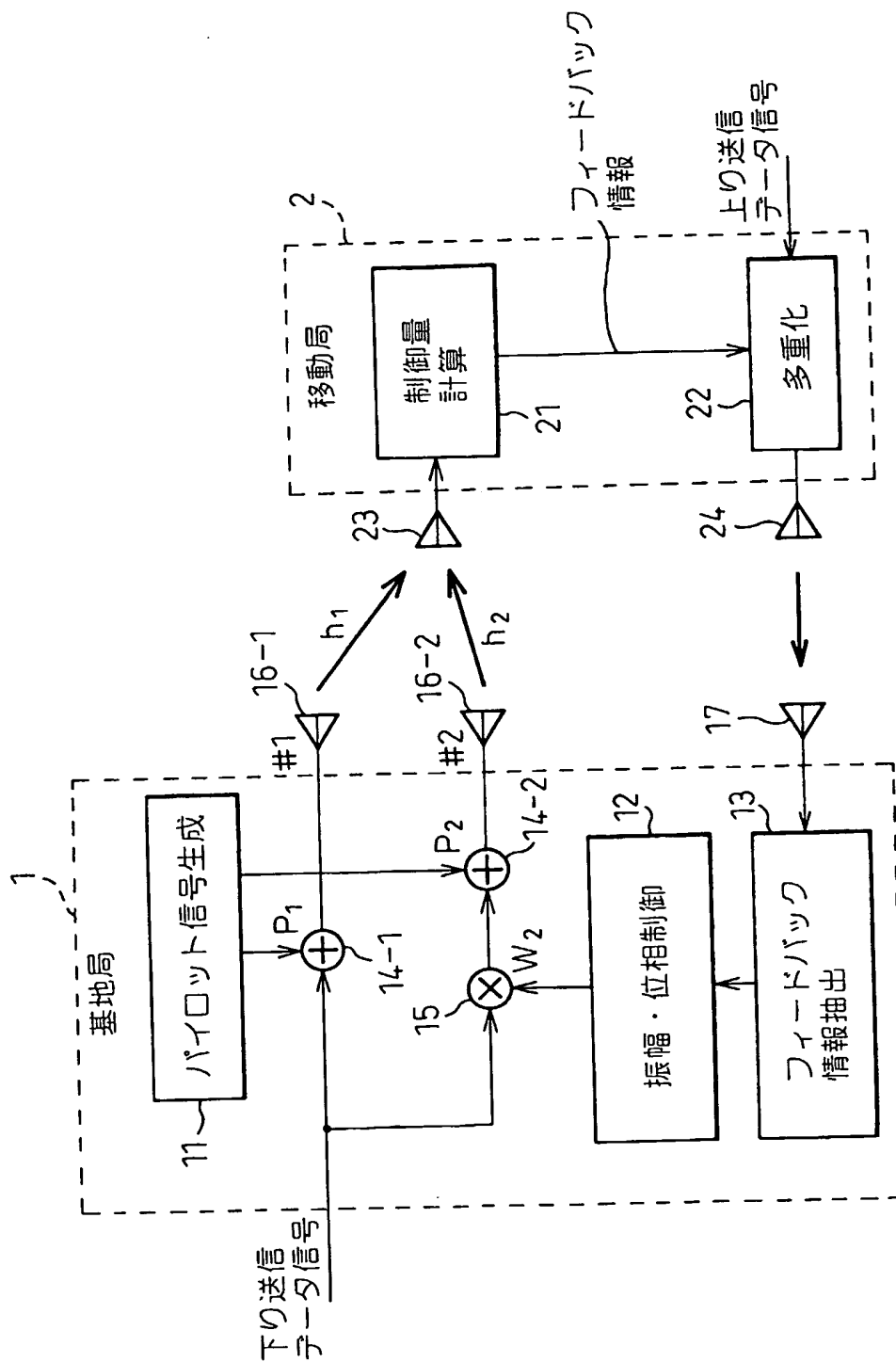


Fig. 2

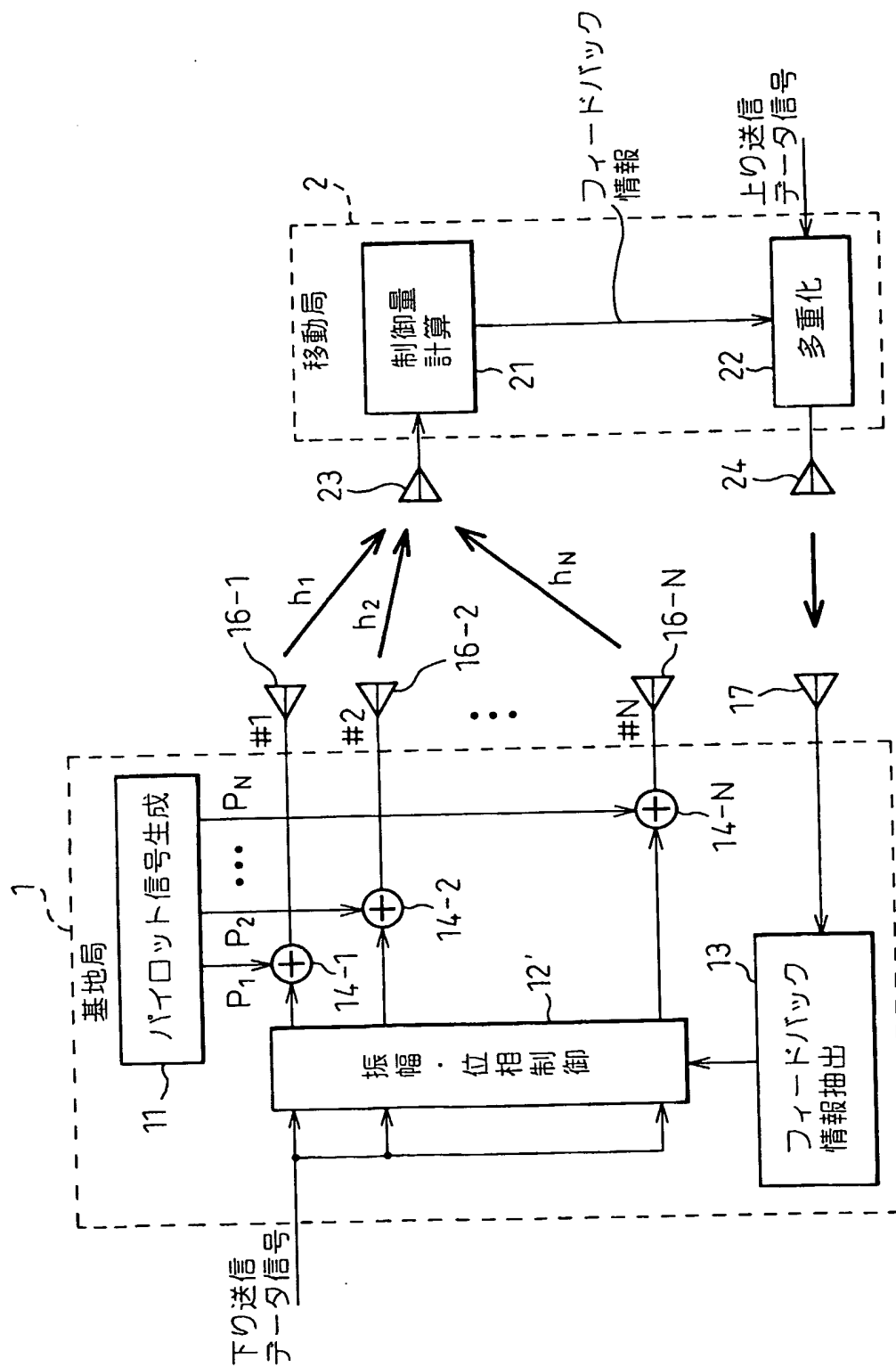


Fig.3

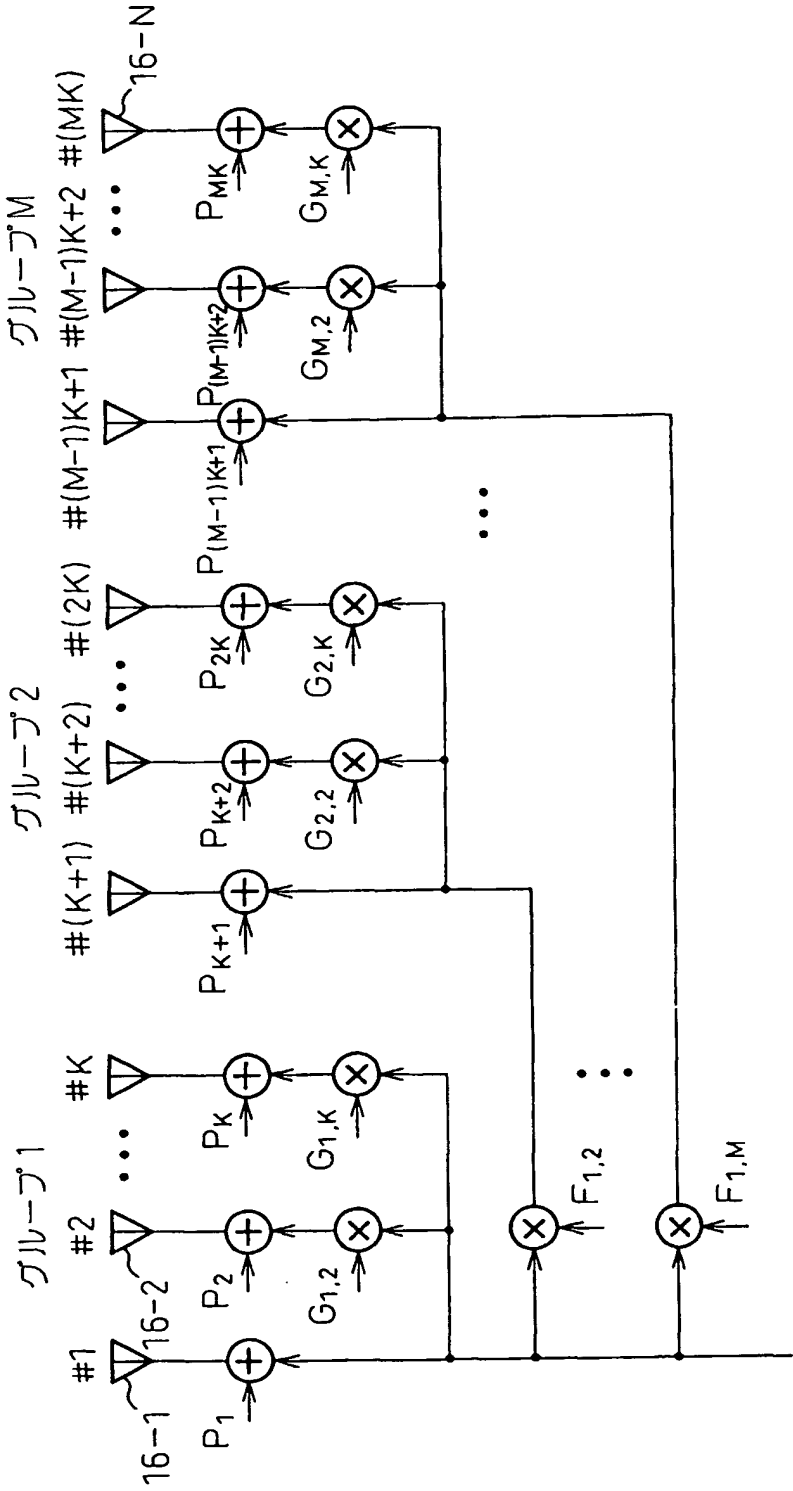


Fig.4

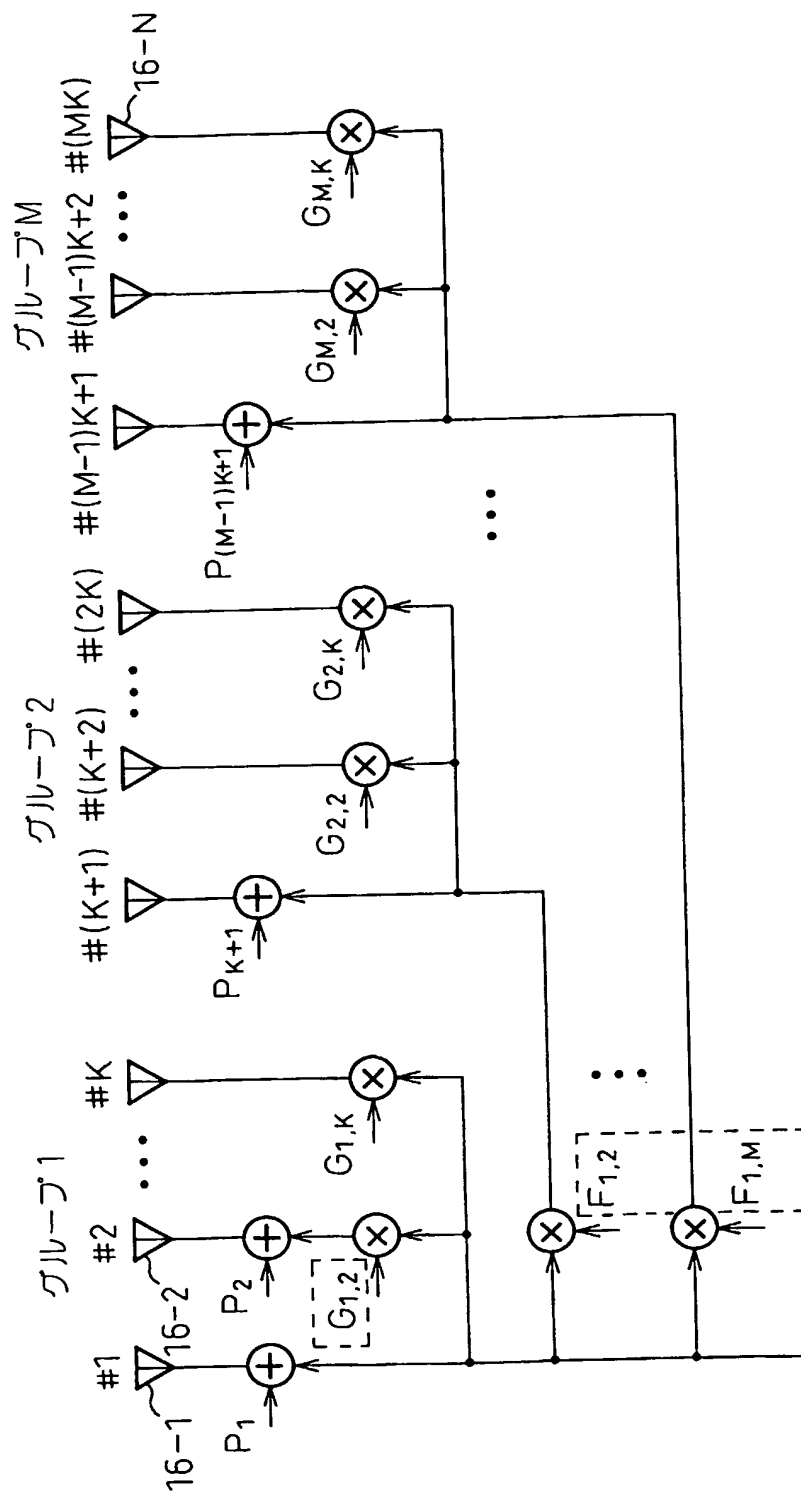


Fig. 5

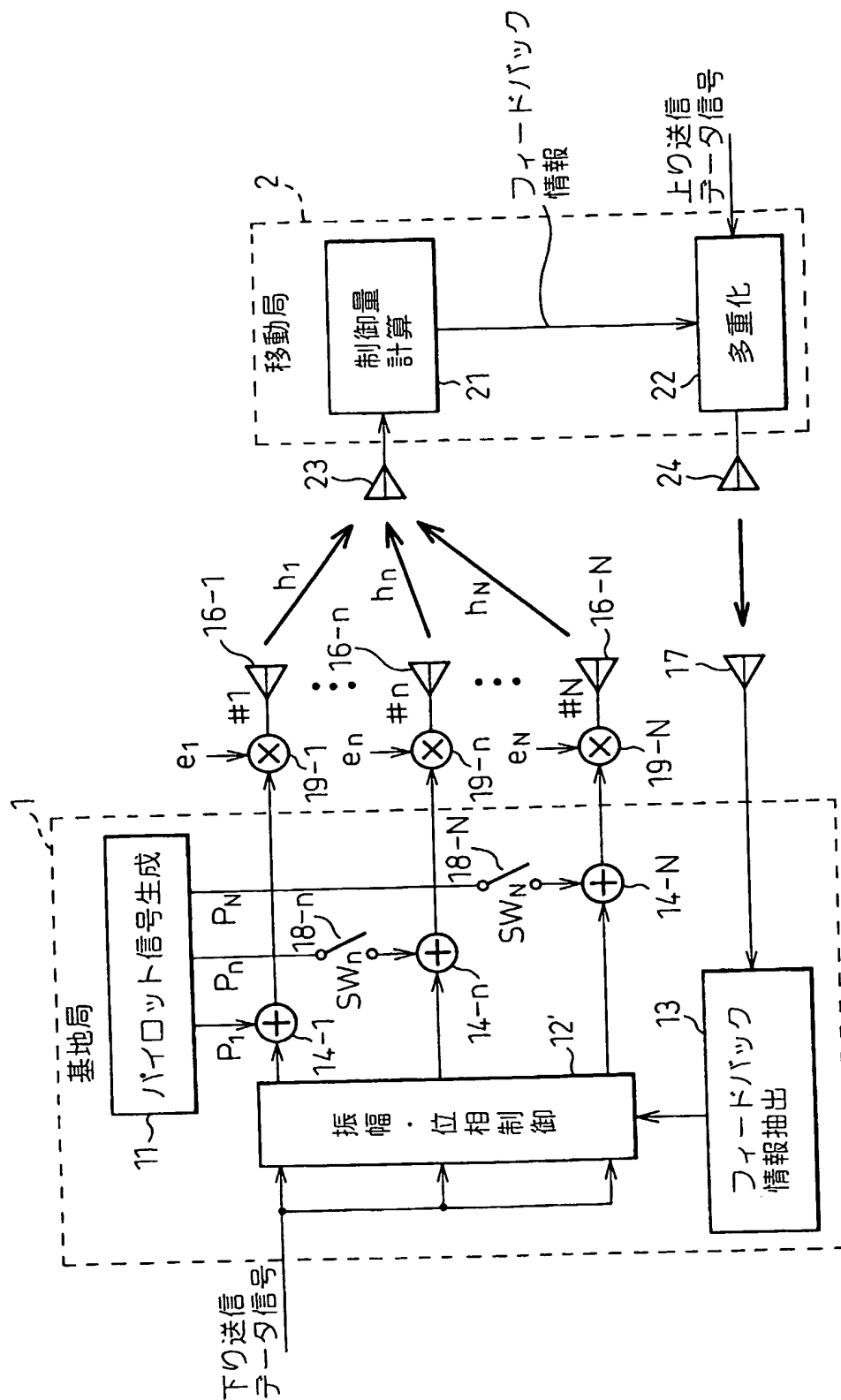


Fig.6

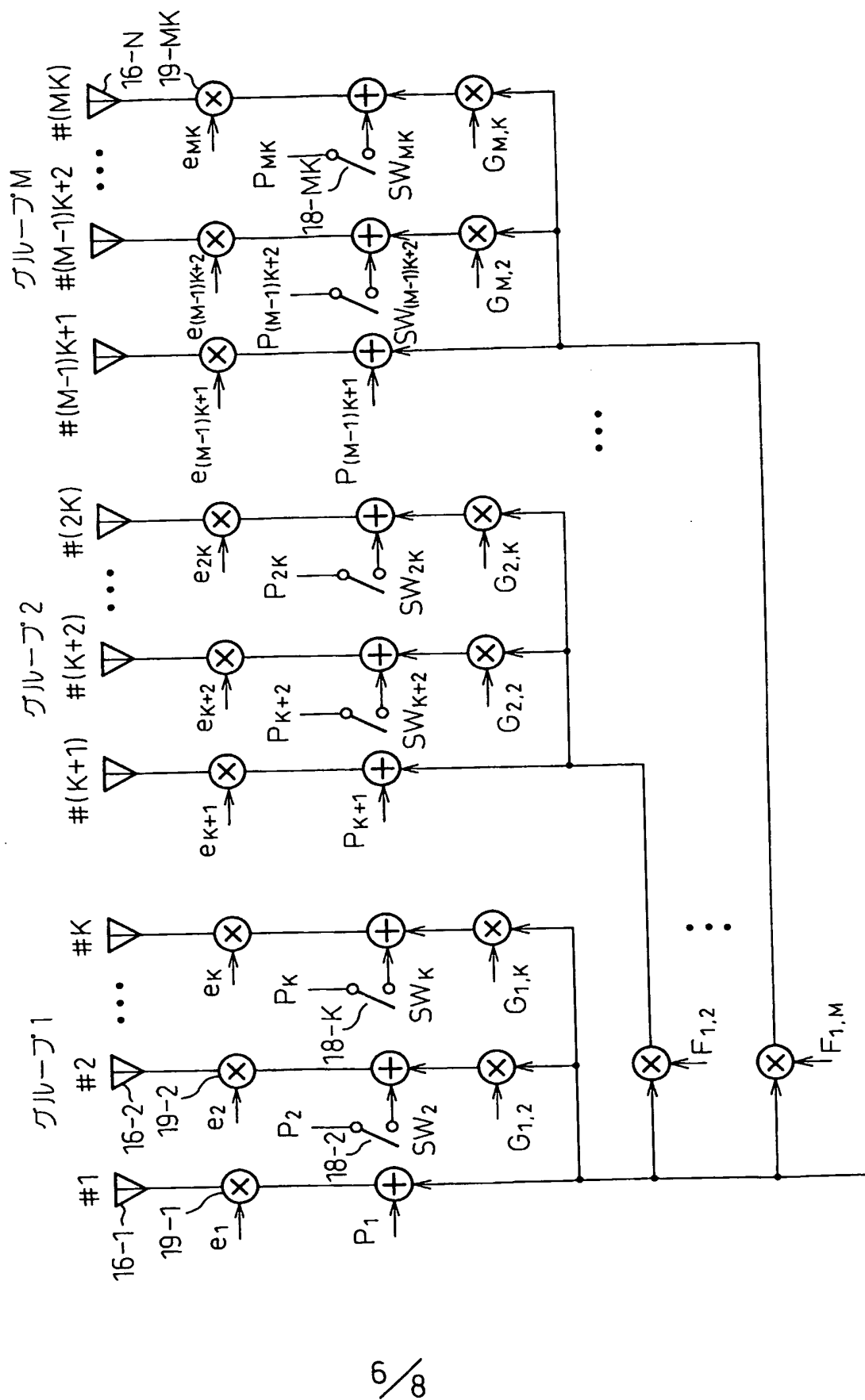




Fig. 7

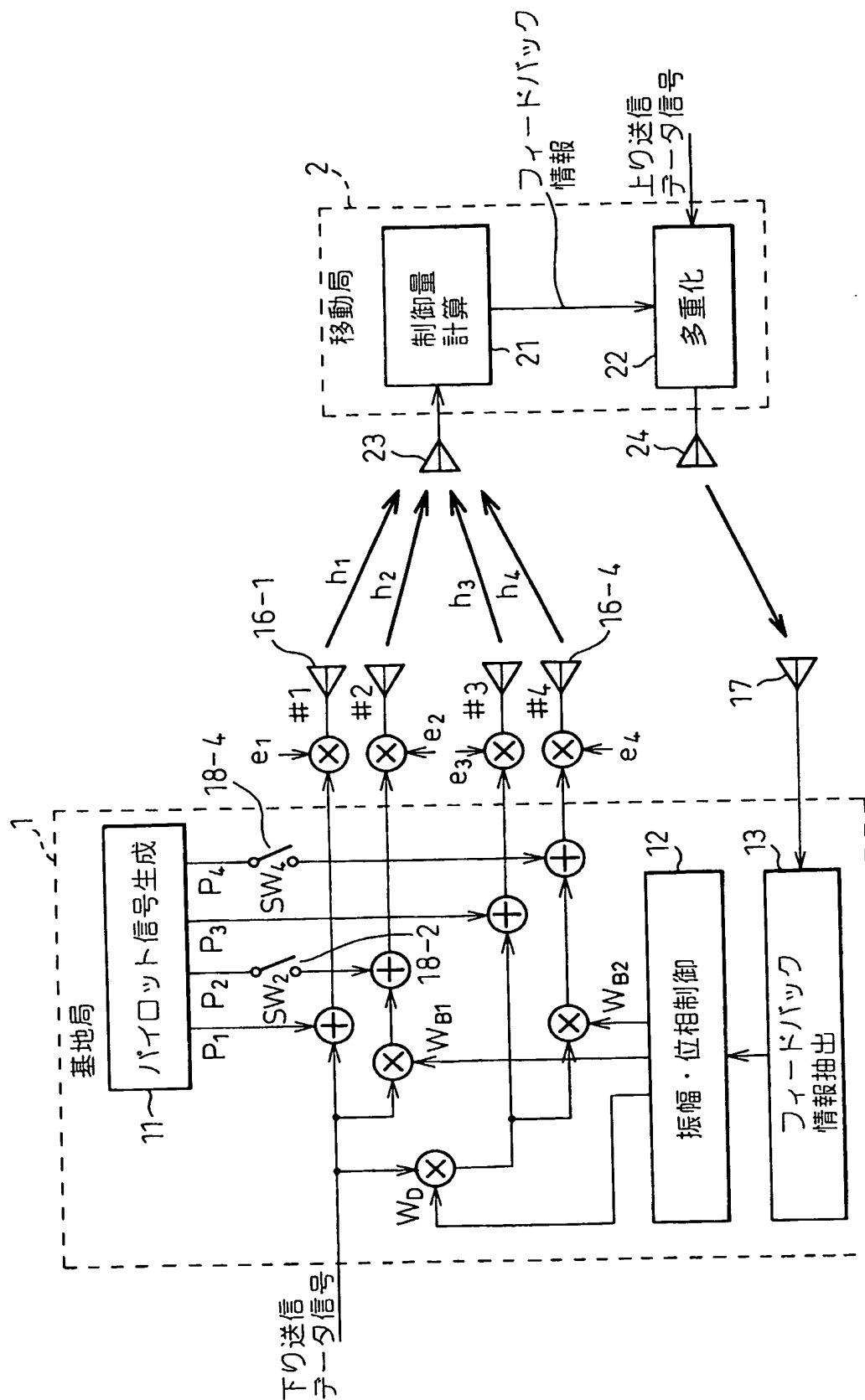


Fig.8  
(a)

スロット番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
フイードバック 情報	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>	b <sub>0</sub>
SW <sub>2</sub>	off	off	off	on	off	off	off	off	off	off	on	off	off	off	off
SW <sub>4</sub>	off	off	off	off	off	off	on	off	off	off	off	off	off	on	off

(b)

スロット番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
フイードバック 情報	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>	b <sub>0</sub>
SW <sub>2</sub>	off	off	off	off	off	off	on	off	off	off	off	off	off	off	off
SW <sub>4</sub>	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	on	off

(c)

スロット番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
フイードバック 情報	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>a2</sub>
SW <sub>2</sub>	off	off	on	off	off	off	off	on	off	off	off	off	on	off	off
SW <sub>4</sub>	off	off	off	off	on	off	off	off	off	on	off	off	off	off	on

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04B7/06, H04B7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H04B7/02-7/12, H04L1/02-1/06  
H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-150113 A (NEC Corporation), 22 May, 1992 (22.05.1992), Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2001-168777 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 22 June, 2001 (22.06.2001), Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2001-203614 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.2001), Fig. 4 (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 February, 2002 (22.02.02)

Date of mailing of the international search report  
05 March, 2002 (05.03.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/10520

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B7/06, H04B7/26

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B7/02-7/12, H04L1/02-1/06  
H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 4-150113 A (日本電気株式会社), 1992. 05. 22, 第1図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2001-168777 A (松下電器産業株式会社), 2001. 06. 22, 第1図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2001-203614 A (松下電器産業株式会社), 2001. 07. 27, 第4図 (ファミリーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 02. 02

国際調査報告の発送日

05.03.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 溝本 安 展

5 J 9473

電話番号 03-3581-1101 内線 3535